

DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE DE EXERCÍCIO QUE PROPORCIONA MÁXIMA OXIDAÇÃO DE GORDURA EM MULHERES IDOSAS

DETERMINATION OF THE EXERCISE INTENSITY THAT ELICITS MAXIMAL FAT OXIDATION IN ELDERLY WOMEN

Hassan Mohamed Elsangedy¹, Sandro S. Ferreira¹, Kleverton Krinski¹, Cosme F. Buzzachera², Maressa P. Krause³, Ragami C. Alves¹, Sergio Gregorio da Silva¹.

¹ Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte, Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. ² Unidade de Exercício e Esporte, Departamento de Ciências da Saúde, Universidade de Roma "Foro Italico", Roma, Itália. ³ Departamento de Educação Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar a intensidade do exercício que proporciona maior oxidação de gordura em mulheres idosas. Participaram 23 mulheres idosas (idade: $66,7 \pm 7,43$ anos; IMC: $28,2 \pm 3,2$; $\dot{V}O_{2\text{máx}}$: $21,33 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Foram mensuradas através de um teste de esforço incremental até a exaustão o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, $\text{Fat}_{\text{máx}}$, MOG e Fat_{zone} , determinados individualmente. Para a análise dos dados foi utilizada uma estatística descritiva usando o SPSS para *Windows* versão 15.0. Os resultados demonstram que o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ de mulheres idosas foi a uma intensidade de 54% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, a MOG foi de $0,367 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$, sendo que o Fat_{zone} correspondeu a faixa entre 48 e 59% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$. Desse modo, a prescrição de uma caminhada a uma intensidade moderada apresenta-se como ferramenta útil no intuito de otimizar a utilização de gordura como substrato, favorecendo a perda e/ou manutenção do peso corporal.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the exercise intensity which provides highest fat oxidation in elderly women. The participants were 23 elderly women (age: 66.7 ± 7.43 years, BMI: 28.2 ± 3.2 ; $\dot{V}O_{2\text{max}}$: $21.33 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). During a graded incremental test the $\dot{V}O_{2\text{max}}$, Fat_{max} , MOG and Fat_{zone} , determined individually. Descriptive analysis was employed using SPSS version 15.0 for *Windows*. The results demonstrate that the Fat_{max} of elderly women was an intensity of 54% of $\dot{V}O_{2\text{max}}$. MOG was $0.367 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$, with and Fat_{zone} corresponded to range intensity between 48 and 59% $\dot{V}O_{2\text{max}}$. Thus, prescription of walking at a moderate intensity may be a useful tool in order to optimize the use of fat as substrate, favoring the loss and / or maintaining body weight.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento está associado a algumas alterações fisiológicas, como o incremento do peso corporal, diminuição na massa livre de gordura – principalmente no tecido muscular e aumento do tecido adiposo (1). O incremento da gordura corporal durante o envelhecimento pode ser resultado do desequilíbrio entre ingestão e utilização de gordura. De acordo com Morio et al. (2), em indivíduos idosos, este fenômeno ocorre principalmente em função da menor utilização desse substrato.

Cabe ressaltar que o aumento na gordura corporal está associado a um risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão. Além disso, prévios estudos (2-4) demonstram que a relação entre maiores percentuais de gordura corporal e geração de doenças crônicas se torna mais evidente durante a senescência. Devido às implicações da gordura corporal no desenvolvimento de doenças, há um grande interesse em se estudar formas para reduzi-la ou atenuá-la (5).

O exercício físico tem se apresentado como uma importante ferramenta para o controle do peso corporal e para a redução da gordura corporal em longo prazo em indivíduos adultos (6, 7). Contudo, a escolha de uma intensidade do exercício apropriada para maximizar a perda da gordura corporal em sujeitos idosos apresenta-se pouco explorada.

Na tentativa de encontrar estratégias para maximizar a perda da gordura corporal durante o exercício, pesquisas têm sugerido uma zona de intensidade a qual prioriza a maior oxidação de gordura corporal (MOG) como substrato energético (caracterizado como $\text{Fat}_{\text{máx}}$) (8).

Contudo, é documentado que existe uma grande variação na intensidade relativa do exercício no qual ocorre o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ e a MOG (9). Em estudos realizados buscando estabelecer o $\text{Fat}_{\text{máx}}$, Venables et al. (10) encontrou um $\text{Fat}_{\text{máx}}$ de 48% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ em adultos saudáveis (45% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ para homens e 52% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ para mulheres). Em um estudo realizado em ciclistas moderadamente treinados, Achten et al. (11) reportou um $\text{Fat}_{\text{máx}}$ de 64% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$. E em um recente estudo, Bogdanis et al. (9) verificou que homens e mulheres sedentárias com sobrepeso apresentam um $\text{Fat}_{\text{máx}}$ similar de ~40% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$.

Evidências sugerem que a intensidade do exercício no qual ocorre o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ pode ser afetada pelo sexo, dieta, status de treinamento, composição corporal, modelo de exercício e idade (9, 11, 12). Em relação ao efeito da idade, apenas um estudo buscou abordar este aspecto (13), contudo foram analisadas apenas indivíduos meninos de 11-12 anos e homens

jovens de 20 a 26 anos. Em geral, a maioria dos estudos que pesquisaram o $Fat_{m\acute{a}x}$ tem utilizado uma média de população entre 24 e 32 anos de idade, sem nenhuma pesquisa direcionada a população idosa. Além disso, estes estudos foram realizados principalmente utilizando ciclo ergômetro (11, 14, 15).

Nesse sentido, descrever qual a intensidade de exercício que propicia a máxima oxidação de gordura corporal em atividades físicas de fácil acesso, simples, populares e seguras, como a caminhada em idosas tornam-se relevante. Com base nas informações supracitadas, o presente estudo tem por objetivo determinar qual é a intensidade de exercício que proporciona a máxima oxidação de gordura em mulheres idosas sedentárias.

MÉTODOS

Sujeitos

Participaram do presente estudo, 23 mulheres idosas com idade entre 60 e 75 anos. O recrutamento das possíveis participantes foi realizado através de convites pessoais e anúncios impressos, fixados em murais de grupos comunitários e centros de convivências de igrejas. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPR. Cada participante assinou um termo de consentimento livre esclarecido após da explicação dos objetivos, procedimentos experimentais, possíveis riscos e benefícios.

Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: (a) condição de previamente sedentária, indicado por uma participação inferior a 30 minutos de atividade física moderada em três ou mais dias da semana (b) totalidade das respostas negativas ao *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PARQ); (c) não ingestão de medicamentos que influencia as funções metabólicas ou cognitivas; (d) serem eumenorrêicas a pelo menos seis meses; e (e) não ser usuário de tabaco nos últimos seis meses.

Delineamento experimental

A presente investigação utilizou um delineamento *ex post facto* (16). Cada participante realizou duas sessões experimentais programadas em dias distintos. Durante a primeira sessão, os indivíduos foram submetidos a uma triagem inicial, familiarização com a esteira e mensurações antropométricas. A realização da segunda sessão envolveu um teste incremental até a exaustão para determinação das variáveis fisiológicas utilizadas no presente estudo. Todos os experimentos foram conduzidos pela manhã (entre 8 e 12 horas) e sobre condições ambientais similares 21°C e 55% de umidade relativa). Todos os participantes foram instruídos a abster-se de exercícios

e evitar produtos que continham cafeína nas 24 horas antes dos testes e apresentar-se no laboratório após um período de 10-12 horas de jejum noturno.

Mensurações antropométricas

Estatura (cm; estadiômetro Sanny™, São Paulo, Brasil) e a massa corporal (kg; balança Toledo™, São Paulo, Brasil) foram mensurados de acordo com as técnicas descritas por Gordon et al. (17). O índice de massa corporal (IMC, $kg \cdot m^{-2}$) foi calculado com a massa corporal dividida pela estatura ao quadrado.

Teste incremental até a exaustão

O teste incremental até a exaustão em esteira foi realizado utilizando o protocolo padrão proposto por Bruce (18), utilizando estágios de 3 minutos para avaliação do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$. Os participantes foram verbalmente encorajados a continuar o exercício até o ponto de exaustão. O critério para alcançar o $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ exigia dos sujeitos atender um destes critérios: a) Um platô de $\dot{V}O_2$ (mudanças $< 150 mL \cdot min^{-1}$), b) razão de troca respiratória (RER) $\geq 1,10$ e (c) a frequência cardíaca (FC) dentro de 10 bpm do nível máximo previsto pela idade (19).

A FC (bpm) foi mensurada a cada 5 segundos utilizando um sistema de monitoramento Polar (Polar Electro™, Oy, Finlândia). Um sistema metabólico-respiratório de circuito aberto (True Max 2400, Parvo Medics™, Salt Lake City, EUA) foi usado para mensurar $\dot{V}O_2$, produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) e ventilação pulmonar ($\dot{V}E$, STPD), a cada 20 seg, durante todo o teste. Anteriormente a cada determinação do $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$, o analisador de gases foi calibrado com concentrações conhecidas de gases.

Calorimetria indireta e cálculos

Para realização dos cálculos, uma média de cada minuto foi realizada para o $\dot{V}O_2$ ($L \cdot min^{-1}$) e $\dot{V}CO_2$ ($L \cdot min^{-1}$) obtidos durante os estágios do teste incremental até a exaustão, para os valores obtidos até o $RER \leq 1,0$. A oxidação da gordura e do carboidrato foi calculada usando uma equação estequiométrica (20), com a suposição de que a taxa de excreção de nitrogênio pela urina foi insignificante.

Para cada indivíduo uma curva polinomial ajustada foi construída apresentando a taxa de oxidação de gordura (expressada em g/min) versus a intensidade do exercício (expressada em $\% \dot{V}O_{2m\acute{a}x}$).

Para cada indivíduo a curva foi usada para a obtenção das seguintes variáveis: (a) máxima oxidação de gordura (MOG); (b) $Fat_{m\acute{a}x}$, intensidade do exercício no qual a MGO foi observada; e (c); e (d) zonas do $Fat_{m\acute{a}x}$, intervalo de intensidades de exercícios com as

taxas de oxidação de gordura dentro de 10% de variação das taxas da MOG (10-12).

Análises estatísticas

Os dados descritivos foram expressos em médias \pm desvio padrão (DP) e médias \pm erro padrão da média (EPM). Todos os dados foram analisados usando o SPSS para Windows versão 18.0 (SPSS, Inc., Chicago, USA) software package.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as características antropométricas e aptidão cardiorrespiratória dos participantes do estudo. Os participantes apresentam média de IMC entre 24 e 29 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Mulheres com idade acima de 65 anos com IMC dentro deste limite são consideradas mulheres de peso normal.

Tabela 1. Características físicas e fisiológicas dos sujeitos.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	60,00	75,00	66,74	7,43
MC	51,20	85,30	68,38	9,52
EST	1,47	1,70	1,55	0,05
IMC	22,73	34,45	28,22	3,18
$\text{VO}_{2\text{máx}}$	11,72	29,58	21,33	4,44

Na figura 1, estão apresentados o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ e a MOG determinados individualmente a partir dos dados do teste incremental. Com os resultados obtidos individualmente foi realizado a média do grupo e determinada a Fat_{zona} com as taxas de oxidação de gordura dentro de 10% de variação das taxas da MOG.

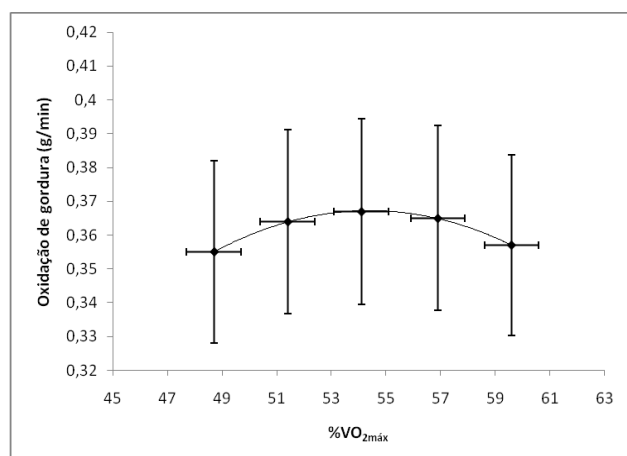


Figura 1. Média do $\text{Fat}_{\text{máx}}$, MOG e determinação da Fat_{zona} de mulheres idosas sedentárias

DISCUSSÃO

O conceito de $\text{Fat}_{\text{máx}}$ foi introduzido por Jeukendrup e Achten (8) objetivando expandir as perspectivas atuais relacionadas ao exercício e o metabolismo de gordura. Pesquisas têm sido direcionadas ao estudo do $\text{Fat}_{\text{máx}}$ em diversas populações, contudo, nenhum estudo buscou determinar o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ em mulheres idosas.

Os principais resultados do presente estudo foram que mulheres idosas apresentam o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ em uma intensidade de 54% do $\% \dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$, com uma MOG de $0,367 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$. Em um prévio estudo realizado por Stisen et al. (14), os quais avaliaram mulheres treinadas e destreinadas foi observado que o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ não apresentou diferenças entre os grupos (53% e 56% do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ para mulheres destreinadas e treinadas, respectivamente). Apesar da idade dos participantes não ser apresentada no estudo, seus resultados foram semelhantes ao do presente estudo. Similarmente, Venables et al. (10) utilizando 300 sujeitos saudáveis (157 homens e 143 mulheres) observou que mulheres e homens adultos apresentaram um $\text{Fat}_{\text{máx}}$ de 52% e 45% do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$, respectivamente.

Embora diversos estudos tenham sido destinados a investigar os efeitos da realização do exercício físico sobre o $\text{Fat}_{\text{máx}}$, cabe ressaltar que até o momento, nenhuma pesquisa foi realizada buscando estudar mulheres idosas, desta maneira, torna-se difícil a comparação com as prévias investigações. Em geral, pode se observar que o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ de mulheres idosas sedentárias foi similar ao verificado em prévios estudos realizados com outras populações. Além disso, segundo o Colégio Americano de Medicina do Esporte (21), a intensidade na qual foi verificada o $\text{Fat}_{\text{máx}}$, é considerada moderada.

Outro resultado a se destacar foi que a zona de máxima oxidação de gordura (Fat_{zona}), parâmetro de grande utilidade na prescrição de exercícios aeróbios com o intuito de priorizar a oxidação de gordura, apresentou-se entre 48 e 59% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$. No gráfico 1, pode ser observado que na Fat_{zona} , a variação na oxidação de gordura foi pequena em relação a MOG. Desta forma, o conhecimento da faixa do Fat_{zona} pode ser empregado com mais facilidade no âmbito da prescrição do exercício, em especial para indivíduos idosos, visto a possibilidade dos mesmos oscilarem dentro de uma faixa de $\sim 10\%$ do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ possibilitando assim alternâncias em intensidade mais elevadas e mais baixas dentro de uma zona que ainda otimiza a gordura como substrato energético.

O valor encontrado para MOG entre as mulheres idosas do presente estudo foi de $0,367 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$. A comparação com as prévias investigações torna-se difícil, devido à presença de variáveis intervenientes, como diferentes níveis de condicionamento, e utilização

de protocolos em cicloergometro. Apesar das diferenças verificadas entre o presente estudo e o realizado por Stisen et al. (14), verificou-se valores similares para MOG, com uma média de $0,360 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$, sem diferenças entre mulheres treinadas e destreinadas. Outros estudos apresentam resultados controversos, Achten (12, 15) realizou uma série de estudos com ciclista moderadamente treinados, e verificou diferentes valores na MOG ($0,56$; $0,48$; e $0,52 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$), resultados superiores ao presente estudo.

Estas controvérsias observadas podem ser justificadas pelos achados de Stisen et al. (14), que observaram que em intensidades similares do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, indivíduos treinados tem uma oxidação de gorduras maior que os destreinadas, devido a maior atividade enzimática que favorece a oxidação da gordura durante o exercício. Além disso, Bogdanis et al. (9) identificou que mulheres inativas com sobrepeso apresentam uma baixa oxidação de gordura ($0,20 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$) durante uma caminhada em intensidade moderada ($5,0 - 5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Outro fator que dificulta a comparação e possibilita diferenças na MOG é a utilização de diferentes protocolos de exercício. Esta diferença foi reportada por Achten et al. (11, 12), que observaram uma maior MOG durante exercício realizado em esteira comparado ao realizado em ciclo ergômetro.

Desta forma, para uma análise mais precisa da influência da idade sobre a MOG, futuros estudos devem levar em conta o controle de variáveis como o nível de condicionamento dos participantes, protocolo de exercícios utilizado, além e outros possíveis fatores intervenientes a fim de obter resultados fidedignos, comparando com outras faixas etárias em protocolo similar. Além disso, cabe ressaltar que futuros estudos utilizando de protocolo em esteira com esta população são necessários, devido a grande popularidade da caminhada entre indivíduos idosos.

CONCLUSÃO

Pode-se verificar que mulheres idosas apresentam o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ em uma intensidade moderada de caminhada. Além disso, foi observado que mulheres idosas apresentam o $\text{Fat}_{\text{máx}}$ em uma intensidade semelhante a outras populações do mesmo gênero. No âmbito pratico, a utilização da Fat_{zona} como ponto de referencia para prescrição da intensidade de exercício apresenta-se como uma ferramenta útil, quando o principal objetivo da atividade é otimizar a utilização de gordura como substrato, favorecendo a perda e/ou manutenção do peso corporal. Além disso, o estudo da MOG verificada em mulheres idosas necessita ser mais investigada, visto as discrepâncias observadas na comparação com outras pesquisas. Desta forma, a necessidade de futuros estudos investigando os efeitos do envelhecimento sobre a MOG, controlando fatores

como o nível de condicionamento dos participantes e o protocolo de exercícios utilizado, fazem-se necessários.

REFERÊNCIAS

1. Levadoux, E, Morio, B, Montaurier, C, Puissant, V, Boirie, Y, Fellmann, N, Picard, B, Rousset, P, Beaufriere, B, and Ritz, P. Reduced whole-body fat oxidation in women and in the elderly. *Int J Obes (Lond)* 2001, 25:39-44.
2. Morio, B, Hocquette, JF, Montaurier, C, Boirie, Y, Bouteloup-Demange, C, McCormack, C, Fellmann, N, Beaufriere, B, and Ritz, P. Muscle fatty acid oxidative capacity is a determinant of whole body fat oxidation in elderly people. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001, 280:E143-9.
3. Mazzeo, RS, and Tanaka, H. Exercise prescription for the elderly: Current Recommendations. *Sports Med* 2001, 31:809-818.
4. Tucker, MZ, and Turcotte, LP. Aging is associated with elevated muscle triglyceride content and increased insulin-stimulated fatty acid uptake. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2003, 285:E827-35.
5. Raguso, CA, Kyle, U, Kossovsky, MP, Roynette, C, Paoloni-Giacobino, A, Hans, D, and Genton, L, Pichard C. A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: Role of physical exercise. *Clin Nutr* 2006, 25:573-580.
6. Jakicic, JM. The effect of physical activity on body weight. *Obesity (Silver Spring)* 2009, 17 Suppl 3:S34-8.
7. Jakicic, JM, Marcus, BH, Gallagher, KI, Napolitano, M, and Lang, W. Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women: a randomized trial. *JAMA* 2003, 290:1323-30.
8. Jeukendrup, AE, and Achten, J. Fatmax: A new concept to optimize fat oxidation during exercise? *Eur J Sport Sci* 2001, 1:1-5.
9. Bogdanis, GC, Vangelakoudi, A, and Maridaki, M. Peak fat oxidation rate during walking in sedentary overweight men and women. *J Sports Sci Med* 2008, 7:525-531.
10. Venables, MC, Achten, J, and Jeukendrup, AE. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. *J Appl Physiol* 2005, 98:160-7.
11. Achten, J, Gleeson, M, and Jeukendrup, AE. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Med Sci Sports Exerc* 2002, 34:92-7.
12. Achten, J, and Jeukendrup, AE. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *Int J Sports Med* 2003, 24:603-8.
13. Riddell, MC, Jamnik, VK, Iscoe, KE, Timmons, BW, and Gledhill, N. Fat oxidation rate and the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation decreases with pubertal status in young male subjects. *J Appl Physiol* 2008, 105:742-748.
14. Stisen, AB, Stougaard, O, Langfort, J, Helge, JW, Sahlin, K, and Madsen, K. Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women. *Eur J Appl Physiol* 2006, 98:497-506.
15. Achten, J, Venables, MC, and Jeukendrup, AE. Fat oxidation rates are higher during running compared with cycling over a wide range of intensities. *Metabolism* 2003, 52:747-52.

16. Thomas, JR, Nelson, J, and Silverman, S, *Research Methods in Physical Activity*. Vol. 5th, Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
17. Gordon, CC, Chumlea, WC, and Roche, AF, *Stature, recumbent length and weight*, in *Anthropometric standardization reference manual*, Lohman, TG, Roche, AF and Martorell, R, Editors. Human Kinetics: Champaign: IL. p. 3-8, 1988.
18. Bruce, RA, Kusumi, F, and Hosmer, D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1973, 85:546-62.
19. Midgley, AW, McNaughton, LR, Polman, R, and Marchant, D. Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports Med* 2007, 37:1019-28.
20. Frayn, KN. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *J Appl Physiol* 1983, 55:628-34.
21. Nelson, ME, Rejeski, WJ, Blair, SN, Duncan, PW, Judge, JO, King, AC, Macera, CA, and Castaneda-Sceppa, C. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007, 39:1435-1445.

Endereço para correspondência

Sergio Gregorio da Silva, Ph.D.
Rua Coração de Maria, 92 – JD Botânico
80.215-370 – Curitiba, Paraná – Brazil
Phone: (41) 3360-4331
Fax: (41) 3360-4336
Email: sergiogregorio@ufpr.br

Submetido em: 05/10/2010

Aceito em: 14/10/2010